

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“EVALUACIÓN DE CAMINO NO PAVIMENTADO MEDIANTE
EL DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA
CONSERVACIÓN VIAL DEL TRAMO
TOLOMOSA GRANDE – SAN JACINTO”**

VICTOR NAVARRO CABELLO

Proyecto de Ingeniería Civil II CIV – 502 presentado a consideración de la
UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO, como requisito para
optar al Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II - 2020

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

Dedicada a mis viejitos Asterio y Julia con mucho amor, a mis ñañitos Tishel, Camazón, Brujita y Soquete, que los extraño mucho, a mi familia chaqueña, a mi familia chapaca y a esa personita especial mi Pinchecita.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

| | Página |
|--------|------------------------------------|
| 1.1 | Introducción..... 1 |
| 1.2 | Justificación..... 1 |
| 1.3 | Planteamiento del problema 2 |
| 1.3.1. | Situación problemática..... 2 |
| 1.3.2. | El problema 3 |
| 1.4 | Objetivos 3 |
| 1.4.1. | Objetivo general 3 |
| 1.4.2. | Objetivos específicos 3 |
| 1.5 | Hipótesis..... 4 |
| 1.6 | Diseño metodológico..... 4 |
| 1.6.1 | Unidad de estudio..... 4 |
| 1.6.2 | Población..... 4 |
| 1.6.3 | Muestra..... 4 |
| 1.6.4 | Muestreo..... 4 |
| 1.6.5 | Tamaño de muestra 4 |
| 1.6.6 | Métodos y técnicas 5 |
| 1.6.7 | Medios..... 6 |
| 1.7 | Alcance de estudio..... 6 |

CAPÍTULO II
FUNDAMENTO TEÓRICO

| | Página |
|--|--------|
| 2.1. Caminos no pavimentados..... | 9 |
| 2.2. Tipos de caminos..... | 9 |
| 2.2.1. Caminos de tierra | 9 |
| 2.2.2. Caminos gravosos | 9 |
| 2.2.3. Caminos afirmados..... | 9 |
| 2.3. Clasificación de las carreteras | 10 |
| 2.3.1. Por su transitabilidad..... | 10 |
| 2.3.2. Por su condición técnica..... | 10 |
| 2.3.3. Por su administración..... | 11 |
| 2.4. Defectos más comunes en caminos rurales | 12 |
| 2.4.1. Defecto 81: Sección transversal impropia..... | 12 |
| 2.4.1.1. Niveles de gravedad..... | 13 |
| 2.4.1.2. Formas de medición..... | 13 |
| 2.4.2. Defecto 82: Drenaje inadecuado | 14 |
| 2.4.2.1. Niveles de gravedad..... | 14 |
| 2.4.2.2. Formas de medición..... | 15 |
| 2.4.3. Defecto 83: Ondulaciones | 15 |
| 2.4.3.1. Niveles de gravedad..... | 15 |
| 2.4.3.2. Formas de medición..... | 16 |
| 2.4.4. Defecto 84: Exceso de polvo..... | 16 |
| 2.4.4.1. Niveles de gravedad..... | 17 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.4.4.2. | Formas de medición..... | 17 |
| 2.4.5. | Defecto 85: Baches | 18 |
| 2.4.5.1. | Niveles de gravedad..... | 18 |
| 2.4.5.2. | Formas de medición..... | 19 |
| 2.4.6. | Surcos de rueda | 19 |
| 2.4.6.1. | Niveles de gravedad..... | 19 |
| 2.4.6.2. | Formas de medición..... | 19 |
| 2.4.7. | Defecto 87: Pérdida de agregados..... | 20 |
| 2.4.7.1. | Niveles de gravedad..... | 20 |
| 2.4.7.2. | Forma de medición | 21 |
| 2.5. | Técnicas de conservación para caminos no pavimentados..... | 21 |
| 2.5.1. | Conservación Rutinaria..... | 21 |
| 2.5.2. | Reperfilado | 21 |
| 2.5.3. | Escarificado y riego..... | 22 |
| 2.5.4. | Reperfilado con compactación | 22 |
| 2.5.5. | Reperfilado con Compactación con Adición de Material Plástico | 24 |
| 2.5.6. | Bacheo de capas de rodadura granulares | 24 |
| 2.6. | Conservación periódica | 24 |
| 2.6.1. | Reparación de áreas inestables..... | 25 |
| 2.6.2. | Recebo de capas de rodadura y bermas granulares | 26 |
| 2.6.3. | Reparación de la calzada con material integral..... | 27 |
| 2.7. | Cambio de estándar | 28 |
| 2.7.1. | Cambio de estándar de tierra a ripio | 28 |
| 2.7.2. | Cambio de estándar de ripio a pavimento | 28 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.8. | Sistemas de administración del mantenimiento (método ICVNP)..... | 28 |
| 2.8.1. | Contenido del Sistema | 28 |
| 2.8.1.1. | Identificación de la red | 28 |
| 2.8.1.2. | Inspección de las condiciones de la superficie de circulación. | 29 |
| 2.8.1.3. | Determinación de las prioridades de mantenimiento..... | 29 |
| 2.8.1.4. | Manejo de datos. | 29 |
| 2.8.2. | Componentes de la red | 29 |
| 2.8.2.1. | Ramal | 29 |
| 2.8.2.2. | Sección..... | 29 |
| 2.8.2.3. | Unidad Simple | 29 |
| 2.8.3. | Examen de las condiciones de la vía y procedimientos de evaluación . | 30 |
| 2.8.4. | Evaluación de las condiciones de la Vía..... | 30 |
| 2.8.5. | Índice de la Condición de la Vía No Pavimentada – ICVNP | 31 |
| 2.8.6. | Determinación del ICVNP | 33 |
| 2.8.6.1. | Inspección de la vía..... | 33 |
| 2.8.7. | Cálculo del ICVNP para una unidad simple | 37 |

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA

| | Página | |
|--------|--|----|
| 3.1. | Ubicación de los tramos de estudio | 44 |
| 3.2. | Características del tramo en estudio | 46 |
| 3.3.1. | Definición de los tramos | 47 |
| 3.3.2. | Procedimiento de evaluación en campo | 48 |
| 3.4. | Medición y cuantificación de fallas en el tramo de estudio | 49 |

| | | |
|------|--|----|
| 3.5. | Procesamiento de los datos obtenidos en campo..... | 60 |
| 3.6. | Resultados | 69 |
| 3.7. | Análisis de los resultados | 70 |
| 3.8. | Alternativas de solución | 71 |

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | Página | |
|------|-----------------------|----|
| 4.1. | Conclusiones | 75 |
| 4.2. | Recomendaciones | 77 |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

| | Página |
|---|--------|
| Anexo 1: Ficha de inspección para toma de datos y cálculos posteriores..... | 81 |
| Anexo 2: Cálculos y resultados de cada unidad simple (32 U.S.) | 82 |
| Anexo 3: Fotografías..... | 114 |
| Anexo 4: Formulario de datos del personal de apoyo..... | 123 |
| Anexo 5: Tabla de Gravedad de cada Falla..... | 128 |
| Anexo 6: Planilla de toma de datos en campo | 129 |
| Anexo 7: Precios de actividades de mantenimiento vial..... | 161 |
| Anexo 8: Planos..... | 163 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1: Unidad y zona de Muestreo | 5 |
| Figura 2: Sección Transversal Impropia | 13 |
| Figura 3: Drenaje Inadecuado | 15 |
| Figura 4: Ondulaciones | 16 |
| Figura 5: Exceso de Polvo..... | 17 |
| Figura 6: Baches..... | 18 |
| Figura 7: Surcos de Rueda | 19 |
| Figura 8: Pérdida de Agregados | 20 |
| Figura 9: Reperfilado | 22 |
| Figura 10: Riego..... | 23 |
| Figura 11: Compactación | 23 |
| Figura 12: Reparación de áreas inestables | 25 |
| Figura 13: Recebo Granular | 26 |
| Figura 14: Reparación de calzada con material integral | 27 |
| Figura 15: Índice de la Condición de la Vía No Pavimentada..... | 33 |
| Figura 16: Sección Transversal Impropia | 38 |
| Figura 17: Drenaje Inadecuado | 38 |
| Figura 18: Ondulaciones | 39 |
| Figura 19: Baches..... | 40 |
| Figura 20: Surcos de Rueda | 40 |
| Figura 21: Pérdida de Agregado | 41 |
| Figura 22: Curvas de Valores Deducibles Totales | 41 |

| | |
|--|----|
| Figura 23: Mapa político del estado plurinacional de Bolivia | 44 |
| Figura 24: Mapa político del departamento de Tarija y del tramo en estudio "Tolomosa Grande-San Jacinto" | 45 |
| Figura 25: Mapa provincia Cercado del departamento de Tarija..... | 45 |
| Figura 26: Mapa Satelital del tramo en estudio | 46 |
| Figura 27: Tramo en estudio | 46 |
| Figura 28: Imagen satelital..... | 47 |
| Figura 29: Sección Transversal Impropia | 49 |
| Figura 30: Drenaje Inadecuado | 51 |
| Figura 31: Ondulaciones | 52 |
| Figura 32: Exceso de Polvo..... | 54 |
| Figura 33: Baches..... | 55 |
| Figura 34: Surcos de Rueda | 57 |
| Figura 35: Pérdida de Agregados | 58 |
| Figura 36: Valor deducible sección transversal impropia..... | 62 |
| Figura 37: Valor deducible de Drenaje inadecuado | 63 |
| Figura 38: Valor deducible de Baches | 64 |
| Figura 39: Valor deducible de Pérdida de agregados..... | 65 |
| Figura 40: Valores deducibles totales | 66 |
| Figura 41: Índice de Condición de la unidad simple N° 5 | 67 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|---|--------|
| Tabla 1: Niveles de gravedad de los baches..... | 18 |
| Tabla 2: Tipo de Defectos | 35 |
| Tabla 3: Valores de k para cada defecto | 37 |
| Tabla 4: Valores deducibles para exceso de polvo | 40 |
| Tabla 5: Coordenadas del tramo en estudio | 44 |
| Tabla 6: Progresivas unidades simples. US | 47 |
| Tabla 7: Datos de Sección Transversal Impropia | 50 |
| Tabla 8: Datos de Drenaje Inadecuado | 51 |
| Tabla 9: Datos de Drenaje Inadecuado | 53 |
| Tabla 10: Datos de Exceso de Polvo..... | 54 |
| Tabla 11: Datos de Baches | 56 |
| Tabla 12: Datos de Surcos de Rueda..... | 57 |
| Tabla 13: Datos de Pérdida de agregados | 59 |
| Tabla 14: Tipos de defectos | 60 |
| Tabla 15: Valores de K según el tipo de defecto | 61 |
| Tabla 16: Valores deducibles de exceso de polvo según niveles de gravedad | 63 |
| Tabla 17: Valores deducibles de la unidad simple 5..... | 65 |
| Tabla 18: Resultados de la sección N° 1 | 67 |
| Tabla 19: valores de ICVNP de cada sección y su extensión | 68 |
| Tabla 20: Tabla de resultados de cada unidad simple..... | 69 |
| Tabla 21: Resultados de cada sección..... | 70 |
| Tabla 22: Resultado del tramo en general..... | 70 |

| | |
|--|----|
| Tabla 26: ICVNP de cada unidad simple..... | 75 |
| Tabla 27: ICVNP para cada sección | 76 |
| Tabla 28: Condición de estado para cada sección..... | 77 |